

# 无线通讯模块 CC1100在油品运输车辆数据采集中的应用

曾滔, 陈伟, 胡啸

(厦门大学信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 介绍了采用 CC1100芯片与 PIC16Fxxx单片机设计的无线数据通信系统的硬件接口及通信流程, 及其在石化行业油品运输过程中进行数据采集的应用. 解决了一对多数据通讯的容错性问题, 并对应用过程中出现的其它问题提出了处理方法.

**关键词:** CC1100; 数据采集; 无线通讯; 油品运输车辆

**中图分类号:** TP274.2

**文献标识码:** A

## Design of RF transceiver with CC1100 chip for wireless data acquisition in vehicle petroleum transportation

ZENG Tao, CHEN Wei, HU Xiao

(College of Information Science and Technology, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005, China)

**Abstract:** We describe a design of the hardware interface and communication process of a wireless data acquisition system using a monolithic CC1100 chip working with a PIC16FxxxMCU. The design has been applied to collect data during the transportation of petroleum products in the petrochemical industry. The fault tolerance problem in the one-to-many data communication is solved. This paper also presents the solutions for design problems in the application.

**Keywords:** CC1100; data acquisition; wireless communication; vehicle petroleum transportation

石化行业的油品运输过程中, 采用车载记录仪对油料的整个运送过程进行全程监控, 纪录装油和卸油的时间, 地点, 以及完成这个过程是否进行有效授权等信息. 这些纪录的信息通过装在油库门口的无线采集装置进行采集, 当车辆进入采集区时数据自动上发. Chipcon公司生产的 CC1100作为一款短距离低功耗的无线通讯芯片, 结合单片机控制程序, 在系统中很好地实现了这一功能.

### 1 CC1100芯片及硬件接口

CC1100基于 Chipcon的 SmartRF 04技术, 是一种低成本的单片 UHF收发器, 电路主要设定为在 315, 433, 868和 915MHz的 ISM (工业、科学和医学) 和 SRD (短距离设备) 频率波段. 其收发距离在 50 m 以内, 数据传输率可达 500 kb/s. 通过开启集成在调制解调器上的前向误差校正选项, 使之性能得到提升. 其内部简化框图如图 1.

#### 1.1 CC1100的工作方式和状态

CC1100的工作状态最常用的有: 空闲状态 (DLE)、休眠状态 (SLEEP)、开启并校准频率合成器 (SETTLING)、发送模式 (TX)、接收模式 (RX) 等几种. 它们之间的转换关系和转换条件如图 2 所示.

CC1100的工作方式可以针对不同的应用进行相应配置, 以达到最优性能. 配置通过 SPI 接口设定内部寄存器的值来实现. 主要参数包括: RF输出功率、接收/发送模式、RF信道选择、数据率、调制格式、RX信道滤波器带宽、FIFO数据缓冲、数据包通信硬件支持、交错前向误差校正、数据白化等. 对应寄存器的设定值可以通过 Chipcon公司提供的 SmartRF Studio 软件计算得到.

收稿日期: 2008 - 06 - 13

作者简介: 曾滔 (1983 - ), 男, 硕士研究生; 通讯联系人: 陈伟, 副教授.

基金项目: 国家 985 工程资助项目 (0000 - X07204)

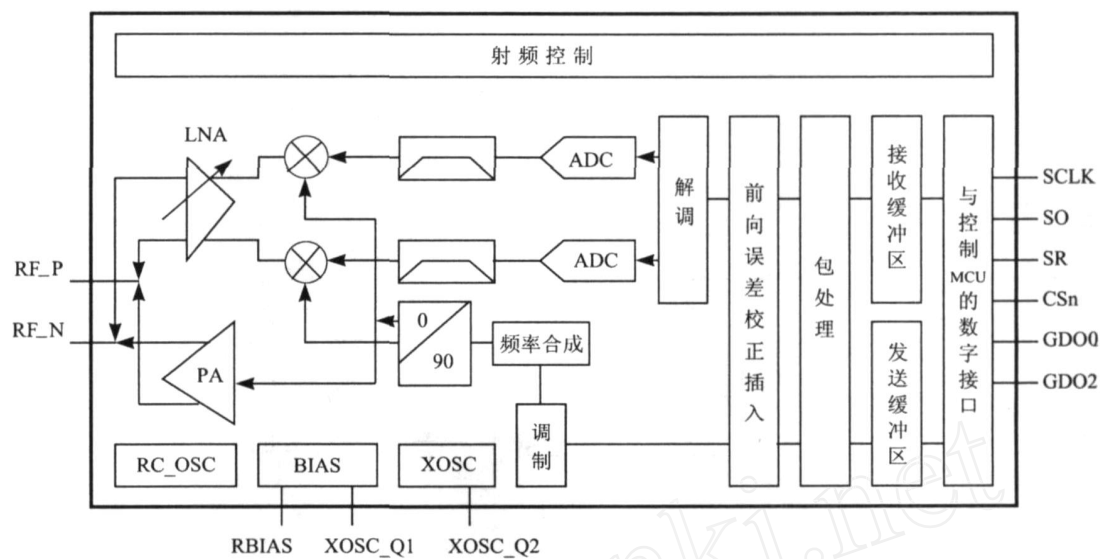


图 1 CC1100 内部简化框图

Fig. 1 CC1100 internal simplified block diagram

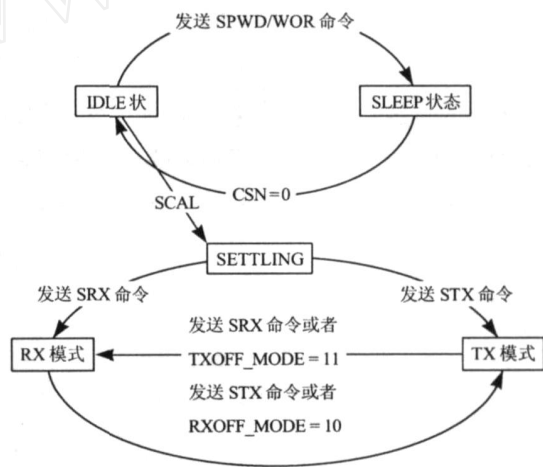


图 2 CC1100 状态转换简图

Fig. 2 CC1100 state transition diagram

1.2 CC1100与MCU的通信

CC1100与MCU间有一个4线SPI接口(SCLK, SI, SO, SCN),外加2个功能可配置的引脚(GDO0, GDO2).

MCU通过该接口可以实现如下功能:

- CC1100工作方式的配置
- CC1100功率表的设置
- 读RX FIFO
- 写TX FIFO
- 转换和查询CC1100的工作状态

1.3 与MCU的接口电路

CC1100与PC16FXX的接口电路如图3所示.

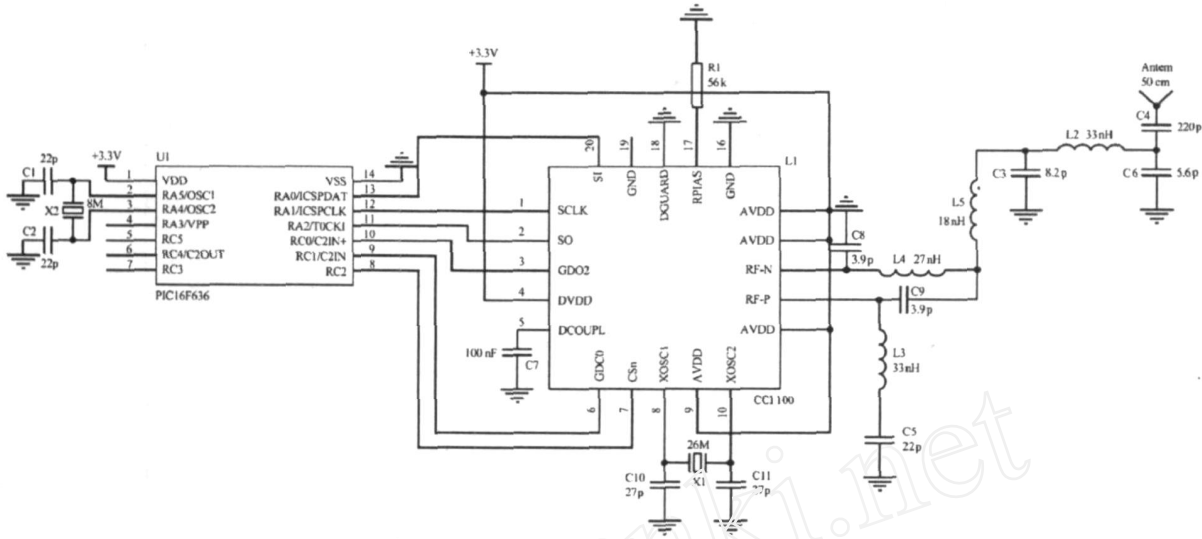


图 3 CC1100 与 MCU 的接口电路

Fig 3 Interface circuit between CC1100 and MCU

2 应用方式

2.1 无线采集的数据流

无线采集装置由安装在油罐车上的车载记录仪和无线采集器 2 部分组成。车载记录仪监测无线信号，并接收采集命令，根据要求发送数据。安装在油库出入口的无线采集装置，定时发送搜索命令，经过有效发射区域的车辆，在接收到命令后，经相互确认，进入无线数据传输模式。采集的过程如图 4 所示。

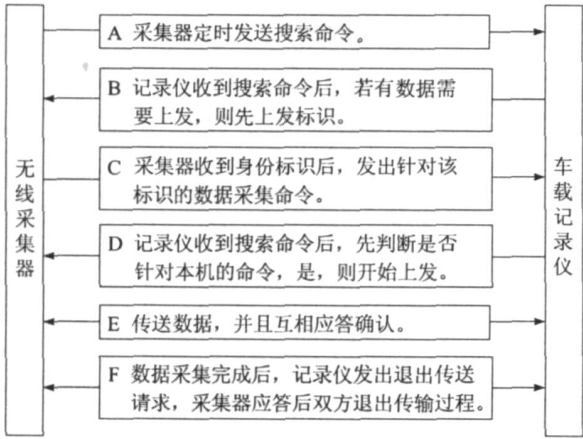


图 4 无线数据采集过程

Fig 4 The process of wireless data acquisition

2.2 软件设计及容错性考虑

2.2.1 无线通信协议

采集器与记录仪间的数据报文分为 2 类：数据包和应答包。2 种报文的格式一致，数据包以 0D 0D 14 CD 开头；应答包以 AA AA 14 CD 开头，都采用累加和校验。报文格式如表 1 所示。

表 1 数据报文格式

Tab 1 Data format

报文头 (4 字节)	报文长度 (1 字节)	命令字节 (1 字节)	数据内容 (不确定)	校验字 (1 字节)
------------	-------------	-------------	------------	------------

2.2.2 多车辆数据容错设计

由于所有车载记录仪上的无线模块都工作在同一频段,当多辆车进入无线采集区时,采集器与记录仪间的通信变成了点对多点的通信.为了避免同频干扰及数据源混乱的问题,系统采用分时技术将点对多点的通信转化为点对点的通信,具体方法如下:

1)由采集器定时发送车辆记录仪搜索命令,任何收到该命令的记录仪都可以上发一条带身份标识的应答包.充分利用 CC1100模块所具有的自动跳频功能,在多台记录仪同时上发应答包时,采集器总是能完整的收到其中的一个.

2)采集器收到身份标识后,发出针对该身份标识的数据采集命令.这时只有身份标识匹配的记录仪才允许上发数据.从而分时完成点对点的通信.

3)当该记录仪内数据采集完成后,再重复上一过程,且规定已发过数据的记录仪不允许再次上发身份标识,保证完成在通讯范围内的所有记录仪的数据采集.

采用上述方法可以保证,当采集区出现多部车辆时,采集器每发出一次搜索命令后能采集到不同车辆的记录仪内的数据,且不同车辆的数据在不同的时段分别上发.

2.2.3 CC1100模块工作的软件流程

CC1100模块的软件控制流程如图 5.

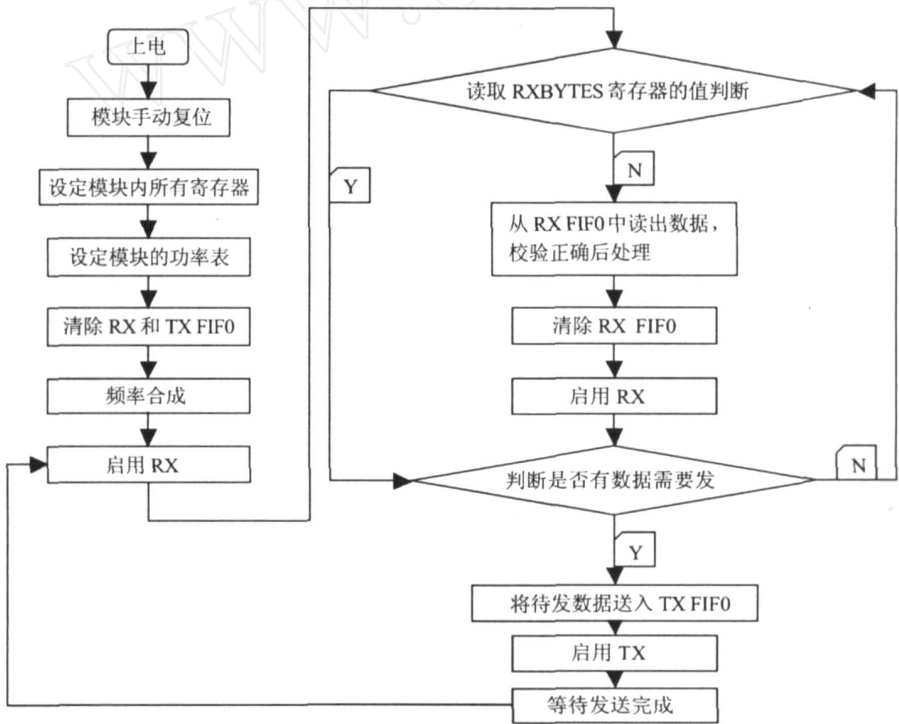


图 5 软件流程图

Fig 5 Software flow chart

发送子函数如下:

```
bit CC1100_transmit_package( NT8U * value_array, NT8U len)
{
    NT8U i, cc_status;
    CC1100_CSN = 0;
    if(ERROR == CC1100_SO_low_check()) { return ERROR; }
    CC1100_SPI_sendbyte(CC1100_TXFIFO + 0x40);
    CC1100_SPI_sendbyte( len );
```

```
for(i=0; i<len; i++)
{ CC1100_SPI_sendbyte(*value_array); value_array++; }
CC1100_CS = 1;
if(ERROR == CC1100_write_command(CC1100_STX)) { return ERROR; }
PIC18_delayus(10);
while(CC1100_GDO0);
return OK;
}
```

#### 2.2.4 应用过程中出现的几个问题及解决方法

1) MCU 要接收数据必需要先查询 RXBYTES 的值是否为 0, 但若是在 CC1100 模块正在接收数据时, 查询 RXBYTES 寄存器的值会导致这次接收过程不完整而失败. 为此, 将 CC1100 模块上的一个功能可配置的引脚 GDO0 配置为“在接收和发送数据过程中为高电平, 结束后为低电平”. 每次查询 RXBYTES 之前都必需先查询 GDO0 的状态, 若为高, 表明正在接收/发送数据, 需要延时一段时间后再次查询.

2) 在将 GDO0 配置为“在接收和发送数据过程中为高电平, 结束后为低电平”后. 在正常工作一段时间后, GDO0 引脚的功能可能会失效, 无法正确地反映其工作状态. 为此, 当模块在一定的时间内没收到数据时, 要对模块进行软件复位并重新初始化. 另外, 当 GDO0 为高时, 需要检测这个高电平的持续时间, 如果高电平超时, 表明 GDO0 的功能已失效, 也必须复位并重新初始化.

### 3 小结

介绍了利用 CC1100 芯片与 PIC16Fxxx 单片机设计的无线数据通信系统硬件接口及通信流程, 该射频传输系统成本低、功耗小, 适于电池长期供电, 具有结构简单、输出功率可编程、安全可靠等特点. 将系统应用于车辆数据无线采集, 取得了很好的效果. 此外, 也适用于消费电子、智能玩具等应用环境.

#### 参考文献:

- [1] Chen Y, Chen W, Guo D H, *et al* System design of smart card application for tank truck conveying management[C]//2007 IEEE International Workshop on Anti-counterfeiting, Security, and Identification Xiamen, 2007: 16 - 18
- [2] 吴金洪, 丁飞, 邓志辉. 基于 CC2420 的温室无线数据采集系统的设计与实现[J]. 仪表技术与传感器, 2006(12): 42 - 43
- [3] 孙维明, 石江宏, 陈岳林. 可编程 RF 收发器 CC1100 的原理及开发[J]. 国外电子元器件, 2007(9): 40 - 42

(责任编辑: 王阿军)